



⑧ Unionspriorität:
00-070216 14. 03. 2000 JP

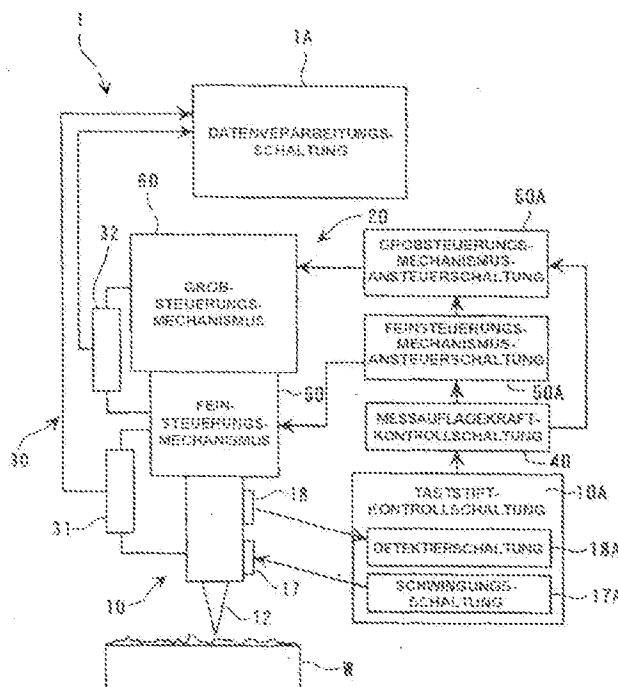
⑨ Anmelder:
Mitutoyo Corp., Kawasaki, Kanagawa, JP

⑩ Vertreter:
Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser,
80538 München

⑪ Erfinder:
Nishimura, Kunitoshi, Tsukuba, Ibaraki, JP; Hidaka,
Kazuhiko, Tsukuba, Ibaraki, JP; Okamoto, Kiyokazu,
Tsukuba, Ibaraki, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑫ Mikrostrukturmessgerät
- ⑬ In einem Mikrostrukturmessgerät (1) ist ein Feinsteuerungsmechanismus (50) und ein Grobsteuerungsmechanismus (60) jeweils zur feinen und zur gröberen Auslenkung eines Taststiftes (12) vorgesehen, so dass die entsprechenden Mechanismen (50, 60) in kombinierter Weise betätigt werden, um in einfacher Weise die Bewegung des Taststiftes (12) in einem weiteren Bereich in kurzer Zeit zu steuern. Ferner ist ein ausgleichender beweglicher Bereich (53), der sich in einer Richtung entgegengesetzt zu einem antreibenden beweglichen Bereich (42) bewegt, an dem Feinsteuerungsmechanismus (50) vorgesehen. Da eine durch die Bewegung des antreibenden beweglichen Bereiches (52) verursachte Reaktionskraft durch eine weitere, durch die Bewegung des ausgleichenden beweglichen Bereiches (53) verursachte Reaktionskraft an einem fixierten Bereich (5) aufgehoben wird, wird keine mechanische Beeinflussung zwischen den entsprechenden Mechanismen (50, 60) hervorgerufen, wodurch die Bewegung des Taststiftes (12) in genauer Weise steuerbar ist.



HINTERGRUND DER ERFINDUNG

1. GEBIET DER ERFINDUNG

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Mikrostrukturmessgerät. Insbesondere betrifft die Erfindung ein Mikrostrukturmessgerät zur genauen Messung eines Oberflächenprofils von LSI- und anderen Halbleiterwafern und dergleichen.

2. BESCHREIBUNG DES STANDS DER TECHNIK

[0002] Konventionellerweise ist es beim genauen Messen eines Oberflächenprofils von LSI- und anderen Halbleiterwafern äußerst wünschenswert, eine Messauflagekraft, die zwischen einem Werkstück und einem sich mit der Oberfläche des Werkstückes in Kontakt befindlichen Taststift angelegt wird, unterhalb eines vorbestimmten Pegels zu halten. Dies rührt daher, dass die Beschädigung des Werkstückes und des Taststiftes verhindert werden kann und das Oberflächenprofil des Werkstückes dennoch in genauer Weise durch die Bewegung der Taststiftes wiedergegeben werden kann, indem die Messauflagekraft unterhalb eines vorbestimmten Pegels gehalten wird. Um dieser Forderung nachzukommen, wird ein speziell gestaltetes Messgerät, das mit einem Mechanismus zum Steuern der Messauflagekraft unterhalb eines vorbestimmten Pegels ausgestattet ist, bei der genauen Messung des Oberflächenprofils von Halbleiterwafern und dergleichen verwendet.

[0003] Die Anmelderin der vorliegenden Anmeldung hat ein Messgerät, das in der japanischen offengelegten Patentanmeldung mit der Nr. Hei 10-356187 offenbart ist, als ein konventionelles Beispiel eines derartigen Messgerätes vorgeschlagen. Gemäß Fig. 6 besitzt das Messgerät 100 einen drehbaren Arm 101, einen Taststiftmechanismus 103 mit einem Taststift 102, der an einer unteren Oberfläche eines Endes des Armes 101 vorgesehen ist, um ein Arbeitstück zu kontaktieren, einen Messauflagekraftjustiermechanismus 104 zum Justieren einer Messauflagekraft, mit der der Taststift 102 beanschlagt wird, einen Auslenkungssensor 105 zum Erfassen der Position des Armes 101, und eine Messauflagekraftkontrollschaltung 106 zum Steuern des Messauflagekraftjustiermechanismus 104. Hierbei repräsentiert das Bezugszeichen 101A einen Drehpunkt 101A des Armes 101 und 101B repräsentiert ein Ausgleichsgewicht, das an dem anderen Ende des Armes 101B vorgesehen ist.

[0004] Die Anmelderin hat ebenfalls einen Taststiftmechanismus, der in der japanischen Patentanmeldung mit der Nr. Hei 11-272451 offenbart ist, als den Taststiftmechanismus 103 vorgeschlagen, der in dem Messgerät 100 verwendet ist.

[0005] Der Taststiftmechanismus 103 umfasst einen an dem Arm 101 zu befestigenden Halter 103A, einen Taststift 102, der von dem Halter 103A gehalten wird und an seinem abgewandten Ende einen Kontaktbereich 102A aufweist, der das Werkstück kontaktiert, ein Schwingungselement, um den Taststift 102 in dessen axialer Richtung in resonante Schwingungen zu versetzen, und einen Sensor zum Erfassen einer Änderung der Resonanz, die verursacht wird, wenn der Kontaktbereich 102A das Werkstück berührt.

[0006] Der Messauflagekraftjustiermechanismus 104 ist aus einer magnetischen Substanz 104A, die auf einer oberen Seite des Armes 101 befestigt ist, und einem elektromagnetischen Stillelement mit einem Elektromagnet 104B, der direkt über der magnetischen Substanz 104A angeordnet ist, gebildet. Wenn der Elektromagnet 104B mit Strom versorgt

wird, wird eine abstoßende oder anziehende Kraft zwischen der magnetischen Substanz 104A und dem Elektromagnet 104B hervorgerufen, um den Arm 101 vertikal zu bewegen, so dass der an einem Ende des Armes 101 vorgesehene Taststift 102 vertikal ausgelenkt wird. Die Abstand zwischen der Oberfläche des Werkstückes und dem einen Ende des Armes 101 wird gesteuert, indem die Stromstärke des Elektromagneten 104B so gesteuert wird, dass die zwischen dem Taststift 102 und dem Werkstück wirkende Messauflagekraft unterhalb eines vorbestimmten Pegels gehalten wird.

[0007] Während der Taststift 102 des Messgerätes 100 in Kontakt mit der Oberfläche des Werkstückes ist, wird der Taststift 102 beim Vermessen des Werkstückes entlang der Oberfläche bewegt. Wenn der Kontaktbereich 102A des Taststifts 102 die Oberfläche des Werkstückes berührt, ändert sich das Ausgangssignal aus dem Sensor in Übereinstimmung mit der Schwingungsänderung des Taststifts 102. Das Ausgangssignal wird von einer Detektorschaltung 107 erfasst. Die Messauflagekraftkontrollschaltung 106 steuert den Messauflagekraftjustiermechanismus 104 (das elektromagnetische Stillelement) auf der Grundlage von Informationen aus der Detektorschaltung 107, wodurch die zwischen dem Werkstück und dem Taststift 102 wirkende Messauflagekraft gesteuert wird.

[0008] Das Messgerät 100 steuert die Bewegung des Armes 101, d. h. die Bewegung des Kontaktbereiches 102A des Taststifts 102 mit einem einzelnen elektromagnetischen Stillelement (dem Messauflagekraftjustiermechanismus 104). Um den Kontaktbereich 102A so zu bewegen, dass dieser der Werkstückoberfläche folgt, während die Messauflagekraft mit einem vorbestimmten Pegel angelegt wird, muss der Kontaktbereich 102A entlang der Höhenrichtung der Werkstückoberfläche in einem Bereich in der Größenordnung von Nanometer bis Millimeter bewegt werden.

[0009] Hierbei ergibt sich jedoch eine Spreizung von der Größenordnung 10^6 zwischen der Größenordnung von Nanometer und der Größenordnung von Millimeter. Wenn die Bewegung des Kontaktbereiches 102A durch das einzelne elektromagnetische Stillelement in dem obengenannten Bereich gesteuert wird, muss der Maximalwert auf 1000 V (d. h. die Steuerung für 1 mm bei 1000 V) festgelegt werden, wenn angenommen wird, dass der Minimalwert des elektromagnetischen Stillelementes bei 1 mV liegt. Da der Steuerungsbereich zu groß ist, ist die Steuerung der Messauflagekraft schwierig.

ÜBERBLICK ÜBER DIE ERFINDUNG

[0010] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Mikrostrukturmessgerät bereitzustellen, das in der Lage ist, in einfacher Weise und genau die Bewegung des Taststiftes von Nanometergrößenordnung bis zur Millimetergrößenordnung zu steuern, so dass der Taststift in genauer Weise der Werkstückoberfläche mit einer vorbestimmten Messauflagekraft folgt, wodurch die Beschädigung an dem Werkstück und dem Taststift reduziert und die Messgenauigkeit verbessert wird.

[0011] Die Erfinder haben in Betracht gezogen, zwei Mechanismen zu kombinieren, d. h. einen Feinsteuerungsmechanismus zum Auslenken des Taststiftes innerhalb eines Bereiches von der Nanometergrößenordnung bis zur Mikrometergrößenordnung, und einen Grobsteuerungsmechanismus zum Auslenken des Taststiftes von einer Mikrometergrößenordnung bis zu einer Millimetergrößenordnung, um den Taststift innerhalb des Bereiches von der Nanometergrößenordnung bis zur Millimetergrößenordnung zu bewegen. Beispielsweise kann ein piezoelektrisches Element (PZT) als der Feinsteuerungsmechanismus verwendet wer-

den, und ein elektromagnetisches Stillelement kann für den Grobsteuerungsmechanismus verwendet werden, wobei beide durch Anwendung einer bekannten Technologie gebildet sein können. Die Kombination des bekannten Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus kann beispielsweise durchgeführt werden, indem der Taststift an einem beweglichen Bereich des Feinsteuerungsmechanismus vorgesehen wird und indem ein fixierter Bereich des Feinsteuerungsmechanismus an einem beweglichen Bereich des Grobsteuerungsmechanismus vorgesehen wird.

[0012] Wenn jedoch der Feinsteuerungsmechanismus und der Grobsteuerungsmechanismus lediglich kombiniert werden, beeinflusst die Reaktionskraft, die durch die Bewegung des beweglichen Teils des Feinsteuerungsmechanismus hervorgerufen wird, den fixierten Bereich des Feinsteuerungsmechanismus, daran, dass auf den beweglichen Bereich des Grobsteuerungsmechanismus, der mit dem fixierten Bereich verbunden ist, eine Kraft ausgeübt wird. Anders ausgedrückt, es wird eine mechanische Überlagerung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufen. Wenn diese mechanische Interferenz bzw. Beeinflussung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufen wird, wird der Taststift in komplizierter und unkontrollierter Weise ausgelenkt, so dass die Messauflagekraft nicht durch eine genaue Steuerung der Taststiftbewegung gemessen werden kann. Eine unkontrollierbare Messauflagekraft, die auf den Taststift ausgeübt wird, hat eine Verschlechterung der Messgenauigkeit und möglicherweise eine Beschädigung des Werkstückes und des Taststiftes zur Folge.

[0013] Um die mechanische Beeinflussung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Grobsteuerungsmechanismus auszuschließen, kann die Masse des fixierten Bereiches des Feinsteuerungsmechanismus in ausreichender Weise größer festgelegt werden als die Masse des beweglichen Bereiches, so dass die Reaktionskraft des beweglichen Bereiches durch den fixierten Bereich absorbiert wird, um die von dem Feinsteuerungsmechanismus auf dem Grobsteuerungsmechanismus ausgeübte Kraft zu vermeiden. Da die Masse des gesamten Feinsteuerungsmechanismus vergrößert wird und die dem beweglichen Teil des Grobsteuerungsmechanismus zuzuführende Masse des vorzusehenden Feinsteuerungsmechanismus vergrößert ist, wird das Reaktionsvermögen des Grobsteuerungsmechanismus verringert, so dass die Messgeschwindigkeit nicht erhöht werden kann.

[0014] Um die gegenseitige Beeinflussung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Grobsteuerungsmechanismus ohne großen Anstieg der Masse des beweglichen Bereiches des Grobsteuerungsmechanismus zu eliminieren, besitzt ein Mikrostrukturmessgerät gemäß der vorliegenden Erfindung den folgenden Aufbau.

[0015] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung umfasst ein Mikrostrukturmessgerät: einen Taststift zur Kontaktierung eines Werkstückes; einen Zustandsquantitätssensor zum Erfassen einer Quantität eines Zustandes, die sich ändert, wenn der Taststift mit dem Werkstück in Kontakt ist; einen Antriebsmechanismus zur Relativbewegung des Taststiftes und des Werkstückes in einer Höhenrichtung einer Oberfläche des Werkstückes; einen Auslenkungssensor zum Erfassen einer relativen Bewegung des Taststiftes und des Werkstückes durch den Antriebsmechanismus, und eine Messauflagekraftkontrollschaltung zum Justieren einer an den Taststift angelegten Messauflagekraft, wobei der Antriebsmechanismus aufweist: einen fixierten Bereich; einen Feinsteuerungsmechanismus, der relativ zu dem fixierten Bereich auslenkbar ist und einen antreibbaren beweglichen Bereich zur feinen Auslenkung des Taststiftes und/oder des

Werkstückes aufweist; und einen Grobsteuerungsmechanismus mit einem an dem fixierten Bereich des Feinsteuerungsmechanismus angebrachten beweglichen Bereich zur größeren Auslenkung des Taststiftes und/oder des Werkstückes, wobei der Feinsteuerungsmechanismus einen ausgleichenden beweglichen Bereich aufweist, der ungefähr identisch zu dem antreibbaren beweglichen Bereich des Feinsteuerungsmechanismus aufgebaut ist, so dass dieser in einer Richtung entgegengesetzt zu einer Bewegungsrichtung des antreibbaren beweglichen Bereiches bewegbar ist. Die Messauflagekraftkontrollschaltung betätigt den Feinsteuerungsmechanismus und/oder den Grobsteuerungsmechanismus auf der Grundlage eines Ausgangssignals aus dem Zustandsquantitätssensor, um die auf den Taststift wirksame Messauflagekraft zu justieren.

[0016] Das Mikrostrukturmessgerät besitzt zwei Mechanismen, d. h. den Feinsteuerungsmechanismus zur feinen Auslenkung des Taststiftes innerhalb eines Bereiches von beispielsweise Nanometergrößenordnung bis zur Mikrometergrößenordnung, und den Grobsteuerungsmechanismus zur größeren Auslenkung des Taststiftes innerhalb eines Bereiches von Mikrometergrößenordnung bis zur Millimetergrößenordnung. Um den Taststift innerhalb eines Bereiches von Nanometer bis Mikrometer anzutreiben, wird der Feinsteuerungsmechanismus betätigt. Um den Taststift innerhalb eines Bereiches von Mikrometer bis Millimeter anzutreiben, wird der Grobsteuerungsmechanismus betätigt. Durch Kombination der Betätigung des Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus kann die Bewegung des Taststiftes in einfacher Weise innerhalb eines Bereiches von der Nanometergrößenordnung bis zur Millimetergrößenordnung in kurzer Zeit gesteuert werden.

[0017] Da der Feinsteuerungsmechanismus einen ausgleichenden beweglichen Bereich mit nahezu der gleichen Struktur wie der antreibende bewegliche Bereich des Feinsteuerungsmechanismus, wobei diese in einer Richtung entgegengesetzt zur Antriebsrichtung des antreibenden beweglichen Bereiches bewegt wird, aufweist, wird die Reaktionskraft auf den fixierten Bereich beim Betätigen des antreibenden beweglichen Bereiches an dem fixierten Bereich des Feinsteuerungsmechanismus durch die auf den fixierten Bereich wirksame Reaktionskraft aufgehoben, die durch Betätigen des ausgleichenden beweglichen Bereiches erzeugt wird (eine Kraft entgegengesetzt zur Reaktionskraft, die durch Betätigen des antreibenden beweglichen Bereiches erzeugt wird). Anders ausgedrückt, die durch den antreibenden beweglichen Bereich der Feinsteuerungsmechanismus hervorgerufene Reaktionskraft beeinflusst den beweglichen Bereich des Grobsteuerungsmechanismus nicht. Da es keine mechanische Beeinflussung zwischen dem Feinsteuerungsmechanismus und dem Grobsteuerungsmechanismus gibt, wird folglich der Taststift nicht in komplizierter und unkontrollierbarer Weise ausgelenkt, wodurch die Bewegung des Taststiftes mittels des Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus in genauer Weise gesteuert wird. Daher kann die auf den Taststift wirksame Messauflagekraft in genauer Weise gesteuert werden, um eine Beschädigung an dem Werkstück und dem Taststift zu reduzieren und gleichzeitig die Messgenauigkeit zu verbessern.

[0018] In den obigen Ausführungsform kann der Taststift vorzugsweise in resonanter Weise in einer axialen Richtung schwingen, und der Zustandsquantitätssensor kann vorzugsweise die Schwingung des Taststiftes erfassen.

[0019] Da im Allgemeinen die Biegeeigenfrequenz in der axialen Richtung geringer ist als die Eigenfrequenz in der axialen Richtung, besitzt der in der axialen Richtung schwingende Taststift eine größere Empfindlichkeit als ein Taststift mit einer Biegeschwingung in der axialen Rich-

tung. Folglich kann eine auf den Taststift ausgeübte Messauflagekraft genauer gesteuert werden, indem die Schwingung als eine Zustandsquantität des sehr sensibel reagierenden Taststiftes mit dem Detektor erfasst wird, wobei sich die Schwingung ändert, wenn der Taststift das Werkstück berührt, so dass der Feinsteuerungsmechanismus und der Grobsteuerungsmechanismus auf der Grundlage der Information aus dem Detektor betätigt werden. Gemäß dem obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung liegt die Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus vorzugsweise entlang einer axialen Richtung des Taststiftes.

[0020] Da die Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus entlang der axialen Richtung des Taststiftes liegen, kann folglich der Taststift so bewegt werden, dass die axiale Richtung des Taststiftes entlang der Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes liegt. Anders ausgedrückt, da der Taststift fest gegen die Oberfläche des Werkstückes entlang dessen axialer Richtung gedrückt werden kann, kann die Änderung in der Schwingung des Taststiftes, der in resonanter Weise entlang der axialen Richtung schwingt, genauer mittels des Detektors erfasst werden. In dem obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Taststift vorzugsweise in der Längsrichtung näherungsweise orthogonal zu einer Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus sein und der Grobsteuerungsmechanismus kann vorzugsweise an dem Feinsteuerungsmechanismus mittels eines elastischen Hebels, der in einer Richtung entlang der Bewegungsrichtung elastisch verformbar ist, vorgesehen sein, wobei der Zustandsquantitätssensor eine elastische Verformung des elastischen Hebels detektiert.

[0021] Folglich verformt sich der elastische Hebel in elastischer Weise mittels der an den Taststift angelegten Messauflagekraft. Die Messauflagekraft kann gesteuert werden, indem der Feinsteuerungsmechanismus und der Grobsteuerungsmechanismus auf der Grundlage der elastischen Verformung des elastischen Hebels betätigt werden.

[0022] In dem obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Feinsteuerungsmechanismus vorzugsweise ein Hochgeschwindigkeits-Feinauslenkungsfestkörperelement, etwa ein piezoelektrisches Element oder einen Magnetrostriktor umfassen.

[0023] Durch Schichtung dünner Platten aus PZT (Bleizirkonatanat), das einen elektrostriktiven Effekt zeigt, um das piezoelektrische Element zu bilden, kann der elektrisch steuerbare Feinsteuerungsmechanismus in einfacher Weise gebildet werden. Das Hochgeschwindigkeits-Feinauslenkungsfestkörperelement kann ein Magnetrostriktor oder eine Formierinnerungslegierung sowie das piezoelektrische Element, etwa ein VZT, sein.

[0024] In dem obigen Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Grobsteuerungsmechanismus vorzugsweise umfassen: einen fixierten Bereich; einen beweglichen Bereich, der in einer Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes relativ zu dem fixierten Bereich bewegbar ist; und ein paralleles Paar Arme, die in einer Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes beabstandet sind, wobei das Armpaar an einem Ende drehbar an dem fixierten Bereich befestigt ist und mit dem anderen Ende drehbar an dem beweglichen Bereich befestigt ist.

[0025] Da der bewegliche Bereich an dem parallelen Armpaar relativ zu dem fixierten Bereich vertikal beabstandet gehalten ist, kann der bewegliche Bereich ohne Änderung seiner Stellung bzw. Orientierung vertikal bewegt werden. Wenn daher der Taststift an dem beweglichen Bereich vorgesehen ist, kann der Taststift ohne Änderung der Orientierung des Taststiftes bewegt werden.

[0026] Da ferner der Arm an dem fixierten Bereich und dem beweglichen Bereich durch das elastische Scharnier ohne die Notwendigkeit für ein Schmieröl vorgesehen ist, kann der Grobsteuerungsmechanismus schmierfrei gehalten werden und ist damit effizient zur Messung des Oberflächenprofils eines Halbleiterwafers und dergleichen verwendbar.

[0027] Da ferner die Drehbewegung des Armes mittels des elastischen Scharniers eine geringere Reibung als eine Drehbewegung des Armes unter Verwendung eines Rollagers und dergleichen aufweist, kann der bewegliche Bereich in genauer Weise parallel ohne Spiel gesteuert werden.

[0028] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Grobsteuerungsmechanismus vorzugsweise ein Luftlager oder eine elastische Federplatte umfassen.

[0029] Da der Grobsteuerungsmechanismus ein Luftlager oder eine elastische Federplatte ohne Notwendigkeit für ein Schmieröl verwendet, kann der Grobsteuerungsmechanismus schmierfrei gehalten werden, wodurch dieser für die Messung des Oberflächenprofils von Halbleiterwafern und dergleichen geeignet ist.

[0030] In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Auslenkungssensor vorzugsweise einen ersten Auslenkungssensor zum Erfassen einer durch den Feinsteuerungsmechanismus hervorgerufenen relativen Bewegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück und einen zweiten Auslenkungssensor zum Erfassen einer durch den Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufenen relativen Bewegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück umfassen. Da das Mikrostrukturmessgerät den ersten Auslenkungssensor zum Erfassen der durch den Feinsteuerungsmechanismus hervorgerufenen Bewegung des Taststiftes und den zweiten Auslenkungssensor zum Erfassen der durch den Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufenen Bewegung des Taststiftes umfasst, können die durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufenen Auslenkungen unabhängig voneinander erfasst werden, wodurch die unabhängige Steuerung des Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus erleichtert wird.

[0031] In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung kann der Auslenkungssensor vorzugsweise eine durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Grobsteuerungsmechanismus bewirkte relative Bewegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück erfassen.

[0032] Da der Auslenkungssensor zum Detektieren der durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Grobsteuerungsmechanismus hervorgerufenen Bewegung des Taststiftes aus einer einzelnen Komponente aufgebaut ist, können die Kosten reduziert werden.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0033] Fig. 1 ist eine allgemeine Blockdarstellung, die ein Mikrostrukturmessgerät gemäß der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigt.

[0034] Fig. 2 ist eine vergrößerte perspektivische Ansicht, die einen Taststiftmechanismus der zuvor genannten Ausführungsform zeigt.

[0035] Fig. 3 ist eine perspektivische Ansicht, die einen Antriebsmechanismus der zuvor genannten Ausführungsform darstellt.

[0036] Fig. 4 ist eine perspektivische Ansicht, die einen Hauptbereich eines Mikrostrukturmessgerätes gemäß der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt.

[0037] Fig. 5 ist eine perspektivische Ansicht, die eine

Modifikation der vorliegenden Erfindung darstellt; und
 [0038] Fig. 6 ist eine allgemeine Blockansicht, die ein konventionelles Messgerät zeigt.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG EINER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSGESTALT BZW. AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0039] Im Folgenden werden jeweilige Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung mit Bezug zu den beigegebenen Zeichnungen beschrieben.

Erste Ausführungsform

[0040] Fig. 1 ist eine allgemeine Blockdarstellung, die ein Mikrostrukturmessgerät gemäß der ersten erfindungsgemäßen Ausführungsform zeigt.

[0041] Das Messgerät 1 umfasst einen Taststiftmechanismus 10 mit einem Taststift 12 zur Kontaktierung eines Werkstückes W, einen Antriebsmechanismus 20 zum vertikalen (in der Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes W) Bewegen des Taststiftes 12, einen Auslenkungssensor zum Detektieren der durch den Antriebsmechanismus 20 hervorgerufenen Bewegung des Taststiftes 12, und eine Messauflagekraftkontrollschaltung 40 zum Justieren einer auf den Taststift 12 ausgeübten Messauflagekraft.

[0042] Der Taststiftmechanismus 10 umfasst, wie in Fig. 2 gezeigt ist, einen ungefähr C-förmigen Halter 11, einen Taststift 12 mit einem an dem distalen Ende vorgesehenen Kontaktbereich 12A zur Kontaktierung des Werkstückes W, wobei der Taststift 12 von dem Halter 11 mit einem abgewandten Ende, das aus einer Öffnung hervorragt, gehalten ist, vier Verbindungselemente 13, 14, 15 und 16 zum Verbinden des Halters 11 und des Taststiftes 12, ein Schwingungselement 17, um den Taststift 12 in seiner axialen Richtung in resonanter Weise in Schwingung zu versetzen, und einen Detektor 18 als einen Zustandsquantitätssensor zum Erfassen einer Änderung in der Resonanz, wenn der Kontaktbereich 12A des Taststiftes 12 das Werkstück W berührt.

[0043] Der Taststift 12 ist als eine Nöhle geformt, wobei der Mittelnbereich 12B des Taststiftes 12 ungefähr in axialer Richtung in der Mitte des Taststiftes 12 und auf der Achse liegt. Anders ausgedrückt, der Taststift 12 ist ungefähr symmetrisch hinsichtlich seiner axialen Richtung.

[0044] Die Verbindungselemente 13, 14, 15 und 16 des Taststiftes 12 sind mit entsprechenden Verbindungsbereichen 13A, 14A, 15A und 16A verbunden, wobei ein Abstand von den Verbindungsbereichen 13A und 14A zum Taststiftmittelnbereich gleich ist dem Abstand von den Verbindungsbereichen 15A und 16A zum Taststiftmittelnbereich. Anders ausgedrückt, die Verbindungsbereiche 13A und 14A und die Verbindungsbereiche 15A und 16A sind jeweils axial symmetrisch um den Mittelnbereich 12B des Taststiftes 12 vorgesehen. Ferner sind der Verbindungsbereich 13A und der Verbindungsbereich 14A jeweils symmetrisch relativ zu der Achse des Taststiftes 12. In ähnlicher Weise sind der Verbindungsbereich 15A und der Verbindungsbereich 16A jeweils axial symmetrisch relativ zu der Achse des Taststiftes 12. In anderen Worten, die vier Verbindungsbereiche 13A, 14A, 15A und 16A sind symmetrisch relativ zu dem Mittelnbereich des Taststiftes und sind axial symmetrisch relativ zur Achse des Taststiftes.

[0045] Das Schwingungselement 17 und der Detektor 18 sind in einem integrierten piezoelektrischen Element 19 ausgebildet, das an der Vorderseite und Rückseite des Taststiftes 12 vorgesehen ist, um sich über die Verbindungsbereiche 13A, 14A, 15A und 16A zu erstrecken. Obwohl dies nicht gezeigt ist, sind eine schwingende Elektrode und eine detek-

tierende Elektrode an der Oberfläche des piezoelektrischen Elementes 19 ausgebildet. Das Schwingungselement 17 und der Detektor 18 sind jeweils so ausgebildet, dass die schwingende Elektrode mit einem Anschlussdraht zum Zuführen einer oszillierenden Spannung und die detektierende Elektrode mit einem Anschlussdraht zum Zuführen einer Detektierspannung ausgestattet sind.

[0046] Wieder mit Bezug zu Fig. 1, wenn ein vorbestimmtes Signal von der Schwingungsschaltung 17A einer Taststiftkontrollschaltung 10A zu dem Schwingungselement 17 gesendet wird, schwingt der Taststift 12 in seiner axialen Richtung in resonanter Weise. Die Resonanz ändert sich, wenn der Kontaktbereich 12A des Taststiftes 12 das Werkstück W berührt. Die Änderung wird von dem Detektor 18 erfasst, so dass ein detektiertes Signal zu der Messauflagekraftkontrollschaltung 14 über die Detektierschaltung 18A der Taststiftkontrollschaltung 10A übermittelt wird.

[0047] Wie in den Fig. 1 und 3 gezeigt ist, umfasst der Antriebsmechanismus 20 einen Feinsteuerungsmechanismus 50 zur feinen Auslenkung des Taststiftes 12 innerhalb eines Bereiches von der Größenordnung Nanometer zur Größenordnung Mikrometer, und besitzt einen Grobsteuerungsmechanismus 60 zur gröberen Auslenkung des Taststiftes 12 in der Größenordnung von Mikrometer bis Millimeter.

[0048] Der Feinsteuerungsmechanismus 50 umfasst einen fixierten Bereich 51, der an dem unten beschriebenen beweglichen Bereich 62 des Grobsteuerungsmechanismus befestigt ist, einen antreibenden beweglichen Bereich 52, der an einer unteren Seite des fixierten Bereiches 51 vorgesehen ist, und einen ausgleichenden beweglichen Bereich 53, der an einer oberen Seite des fixierten Bereiches 51 vorgesehen ist. Der antreibende bewegliche Bereich 52 und der ausgleichende bewegliche Bereich 53 bewegen sich gegenseitlich relativ zu dem als einem Basispunkt fungierenden fixierten Bereich 51. Der Taststift 12 ist an einer unteren Seite des antreibenden beweglichen Bereiches 52 mittels des Halters 11 vorgesehen. Die axiale Richtung des Taststiftes 12 erstreckt sich entlang einer Höhenrichtung des Werkstückes W (d. h. der Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60). Ein Ausgleichselement 53A ist an einer oberen Seite des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 bei Bedarf vorgesehen.

[0049] Der antreibende bewegliche Bereich 52 und der ausgleichende bewegliche Bereich 53 sind jeweils so ausgebildet, dass dünne Platten eines piezoelektrischen Elementes (PZT) geschichtet sind und ungefähr die gleiche Struktur aufweisen. Wenn Spannungen mit annähernd der gleichen Signalfrequenz an den auf diese Weise aufgebauten antreibenden beweglichen Bereich 52 und den ausgleichenden beweglichen Bereich 53 angelegt werden, dehnen sich beide piezoelektrischen Elemente gleichzeitig aus oder ziehen sich gleichzeitig zusammen. Da sich der antreibende bewegliche Bereich 52 und der ausgleichende bewegliche Bereich 53 relativ zu dem fixierten Bereich 51 als ein Basispunkt ausdehnen und zusammenziehen, dehnen sich, wenn eine vorbestimmte Spannung zur Dehnung der piezoelektrischen Elemente angelegt wird, der antreibende bewegliche Bereich 52 relativ zu dem fixierten Bereich 51 als Basispunkt nach unten und der ausgleichende bewegliche Bereich 53 relativ zu dem fixierten Bereich 51 als Basispunkt nach oben. Wenn andererseits eine vorbestimmte Spannung zum Kontrahieren der piezoelektrischen Elemente angelegt wird, zieht sich der antreibende bewegliche Bereich 52 relativ zu dem fixierten Bereich 51 als Basispunkt nach oben zusammen und der ausgleichende bewegliche Bereich 53 zieht sich relativ zu dem fixierten Bereich 51 als Basispunkt nach unten zusammen.

[0050] Folglich wird die Reaktionskraft auf den fixierten

Bereich 51 beim Betätigen des antreibenden beweglichen Bereiches 52 an dem fixierten Bereich 51 des Feinsteuerungsmechanismus 50 durch die an den fixierten Bereich 51 angelegte Reaktionskraft aufgehoben, die durch Betätigen des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 (eine Kraft entgegengesetzt zur Reaktionskraft, die durch Betätigen des antreibenden beweglichen Bereiches 52 hervorgerufen wird) erzeugt wird. Anders ausgedrückt, die durch den antreibenden beweglichen Bereich 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 hervorgerufene Reaktionskraft beeinflusst den beweglichen Bereich 62 des Grobsteuerungsmechanismus 60 nicht. Ferner ist die Masse des Ausgleichselementes 53A des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 so gestaltet, dass die entsprechenden Reaktionskräfte des antreibenden beweglichen Bereiches 52 und des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 gleich sind.

[0051] Der Grobsteuerungsmechanismus 60 umfasst einen fixierten Bereich 61, der an einer Basis (nicht gezeigt) befestigt ist, den beweglichen Bereich 62, der vertikal (in Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes W) relativ zu dem fixierten Bereich 61 mittels einer parallelen Verbindung bewegbar ist, und ein Antriebsmittel 63 zum vertikalen Bewegen des beweglichen Bereiches 62.

[0052] Das Antriebsmittel 63 umfasst ein Paar Arme 63A, deren beiden Ende drehbar an dem fixierten Bereich 61 und dem beweglichen Bereich 62 befestigt sind, wobei die Arme vertikal beabstandet und parallel angeordnet sind, ein elastisches Scharnier bzw. Drehgelenk 63B zum drehbaren Halten der Enden der Arme 63A relativ zu dem fixierten Bereich 61 und dem beweglichen Bereich 62, und einen Antriebsmotor 63C mit einer Ausgangswelle, die mit dem elastischen Scharnier 63B zum Drehen des Armes 63A verbunden ist. Die Armpaare 63A sind jeweils an beiden Seiten des fixierten Bereiches 61 und des beweglichen Bereiches 62 vorgesehen.

[0053] Der Auslenkungssensor 30 umfasst einen ersten Auslenkungssensor 31 zum Erfassen einer durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 bewirkten Bewegung des Taststiftes 12, und einen zweiten Auslenkungssensor 32 zum Erfassen einer durch den Grobsteuerungsmechanismus 60 bewirkten Bewegung des Taststiftes 12.

[0054] Der erste Auslenkungssensor 31 umfasst eine bewegliche Elektrode 31A, die an einer unteren Seite des antreibenden beweglichen Bereiches 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 vorgesehen ist, und eine fixierte Elektrode 31B gegenüber der beweglichen Elektrode 31A und von dieser vertikal beabstandet. Die fixierte Elektrode 31B ist ringförmig ausgebildet, wobei ein Teil davon an dem beweglichen Bereich des Grobsteuerungsmechanismus 60 befestigt ist, und in den der antreibende bewegliche Bereich 52 in vertikal beweglicher Weise eingeführt ist.

[0055] Wenn sich der antreibende bewegliche Bereich 52 ausdehnt und zusammenzieht, wird die an der unteren Seite des antreibenden beweglichen Bereiches 52 vorgesehene bewegliche Elektrode 31A vertikal ausgelenkt, so dass sich der Abstand zwischen der beweglichen Elektrode 31A und der fixierten Elektrode 31B ändert. Wenn sich der Abstand zwischen der beweglichen Elektrode 31A und der fixierten Elektrode 31B ändert, ändert sich die elektrostatische Kapazität zwischen der beweglichen Elektrode 31A und der fixierten Elektrode 31B, so dass der Abstand zwischen der beweglichen Elektrode 31A und der fixierten Elektrode 31B, d. h. die Bewegung des unteren Endes des antreibenden beweglichen Bereiches 52, durch Detektieren der elektrostatischen Kapazität erfasst werden kann.

[0056] Der zweite Auslenkungssensor 32 detektiert eine Auslenkung des beweglichen Bereiches 62 des Grobsteuerungsmechanismus 60, um das Ergebnis an die Datenver-

arbeitungsschaltung auszugeben. Der spezielle Aufbau des zweiten Auslenkungssensors 32, der durch einen Indikator und dergleichen gebildet sein kann, ist nicht eingeschränkt. [0057] Die Summe der jeweiligen Auslenkungen des Taststiftes 12, die von dem ersten Auslenkungssensor 31 und dem zweiten Auslenkungssensor 32 detektiert werden, ergibt die gesamte Auslenkung des Taststiftes 12 durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Grobsteuerungsmechanismus 60.

[0058] Wie in Fig. 1 gezeigt ist, steuert die Messauflagekraftkontrollschaltung 40 das Betätigen des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 mittels einer Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 50A und einer Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 60A nach Empfang des von einer Detektierschaltung 18A der Taststiftkontrollschaltung 10A übermittelten detektierten Signals. Die Detektierschaltung 18A gibt die Änderung in der Resonanz, die von dem Detektor 18 erfasst wird, als ein Signal mit entsprechender Amplitudenänderung aus. Die Messauflagekraftkontrollschaltung 40 berechnet eine Differenz zwischen einem vorbestimmten Signalwert entsprechend der Messauflagekraftkontrollschaltung 40 und dem Ausgangssignal aus der Detektierschaltung 18A, der zu der Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 50A und der Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 60A zusammen mit bedarfsweise berechneten differentiellen Wert und Integriertem Wert übermittelt wird.

[0059] Wenn die tatsächlich auf den Taststift 12 angelegte Messauflagekraft größer als der vorbestimmte Wert wird, überträgt die Messauflagekraftkontrollschaltung 40 ein Signal an die Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 50A und die Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 60A, um das untere Ende des antreibenden beweglichen Bereiches 52 von dem Werkstück W wegzubewegen. Wenn andererseits die tatsächlich auf den Taststift 12 wirkende Messauflagekraft kleiner als der vorbestimmte Wert wird, sendet die Messauflagekraftkontrollschaltung 40 ein Signal an die Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 50A und die Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 60A ein Signal, so dass das untere Ende des antreibenden beweglichen Bereiches 52 in Richtung auf das Werkstück W bewegt wird, um den Taststift 12 gegen das Werkstück W zu drücken.

[0060] In dem Mikrostrukturmessgerät 1 wird der Taststift 12 mit der Oberfläche des Werkstückes W entsprechend einer vorbestimmten Messauflagekraft in Kontakt gebracht und der Taststift 12 wird zum Messen entlang der Oberfläche bewegt.

[0061] Während der Taststift 12 in resonanter Weise in der axialen Richtung in Schwingung versetzt wird und der Kontaktbereich 12A des Taststiftes 12 in Kontakt mit der Oberfläche des Werkstückes W bleibt, werden der Taststift 12 und das Werkstück W in der horizontalen Richtung (in einer Richtung senkrecht zur Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes W) relativ zueinander bewegt. Sodann ändert sich der Abstand zwischen der Oberfläche des Werkstückes W und dem unteren Ende des antreibenden beweglichen Bereiches 52 aufgrund von Irregularitäten der Oberfläche des Werkstückes W, so dass die zwischen dem Werkstück W und dem Taststift 12 wirksame Messauflagekraft sich ändert. Die Änderung der Messauflagekraft bewirkt die Änderung in der Amplitude des Taststiftes 12, die von dem Detektor 18 erfasst wird, so dass das hierdurch hervorgerufene Signal über die Detektierschaltung 18A zu der Messauflagekraftkontrollschaltung 40 übertragen wird. Die Messauflagekraftkontrollschaltung 40 führt auf der Grundlage der Information aus der Detektierschaltung 18A Berechnungen

aus. Das Berechnungsergebnis wird an die Feinsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 50A und die Grobsteuerungsmechanismus-Ansteuerschaltung 60A übertragen, um den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Grobsteuerungsmechanismus 60 mittels der jeweiligen Ansteuerschaltungen 50A und 60A anzutreiben. Folglich kann der Abstand zwischen der Oberfläche des Werkstückes W und dem vorderen Ende des antreibenden beweglichen Bereiches 52 auf der Grundlage der Änderung der Amplitude des Taststiftes 12 justiert werden, wodurch die Messauflagekraft, die zwischen dem Werkstück W und dem Kontaktbereich 12A wirksam ist, auf einem vorbestimmten Wert gehalten wird. [0062] Andererseits wird die Bewegung des Taststiftes 12 durch den ersten Auslenkungssensor 31 und den zweiten Auslenkungssensor 32 detektiert, so dass der Querschnitt des Werkstückes W mittels der Datenverarbeitungsschaltung 1A auf der Grundlage dieser Information berechnet wird.

[0063] Gemäß der oben beschriebenen vorliegenden Ausführungsform können die vorliegenden Wirkungen erhalten werden.

[0064] (1) Das Mikrostrukturmessgerät 1 umfasst zwei Mechanismen, den Feinsteuerungsmechanismus 50 zur feinen Auslenkung des Taststiftes 12 innerhalb eines Bereiches von der Größenordnung Nanometer bis Mikrometer, und den Grobsteuerungsmechanismus 60 zur groben Auslenkung des Taststiftes innerhalb eines Bereiches von der Größenordnung Mikrometer bis Millimeter. Um den Taststift 12 innerhalb eines Bereiches von der Größenordnung Nanometer bis Mikrometer anzutreiben, wird der Feinsteuerungsmechanismus 50 betätigt. Um den Taststift 12 innerhalb eines Bereiches der Größenordnung von Mikrometer bis Millimeter anzutreiben, wird der Grobsteuerungsmechanismus 60 betätigt. Durch Kombinieren des Betätigens des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 kann die Bewegung des Taststiftes 12 in einfacher Weise innerhalb eines Bereiches in der Größenordnung von Nanometer bis Millimeter in kurzer Zeit gesteuert werden.

[0065] Da ferner der Feinsteuerungsmechanismus 50 einen ausgleichenden beweglichen Bereich 53 mit ungefähr dem gleichen Aufbau wie der antreibende bewegliche Bereich 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 aufweist, der in einer Richtung entgegengesetzt zur Bewegungsrichtung des antreibenden beweglichen Bereiches 52 bewegt wird, wird die Reaktionskraft auf den fixierten Bereich 51 beim Betätigen des antreibenden beweglichen Bereiches 52 an dem fixierten Bereich 51 des Feinsteuerungsmechanismus 50 durch die auf den fixierten Bereich 51 angelegte Reaktionskraft, die durch Betätigen des ausgleichenden beweglichen Bereiches 53 erzeugt wird (eine Kraft entgegengesetzt zur Reaktionskraft, die durch Betätigen des antreibenden beweglichen Bereiches 52 verursacht wird) aufgehoben. Anders ausgedrückt, die Reaktionskraft durch den antreibenden beweglichen Bereich 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 beeinflusst den beweglichen Bereich 62 des Grobsteuerungsmechanismus 60 nicht. Da es keinen gegenseitigen mechanischen Einfluss zwischen den Feinsteuerungsmechanismus 50 und dem Grobsteuerungsmechanismus 60 gibt, wird folglich der Taststift 12 nicht in komplizierter und unkontrollierbarer Weise ausgelenkt, so dass die Bewegung des Taststiftes 12 mittels des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 in genauer Weise steuerbar ist. Daher kann die Messauflagekraft, mit der der Taststift 12 beaufschlagt wird, in genauer Weise gesteuert werden, um eine Beschädigung des Werkstückes W und des Taststiftes 12 zu verringern, wobei gleichzeitig die Messgenauigkeit verbessert wird.

[0066] (2) Da die Biegeeigenfrequenz in der axialen Rich-

tung geringer ist als die Eigenfrequenz in der axialen Richtung, hat im Allgemeinen der Taststift 12, der in der axialen Richtung schwingt, ein besseres Antwortverhalten als ein Taststift mit einer Biegeschwingung in der axialen Richtung. Folglich kann die Messauflagekraft, mit der der Taststift 12 beaufschlagt wird, genauer gesteuert werden, indem die Schwingung als eine Zustandsquantität des hochempfindlichen Taststiftes 12 mit dem Detektor 18 erfasst wird, wobei sich die Schwingung ändert, wenn der Taststift 12 das Werkstück W berührt, so dass der Feinsteuerungsmechanismus 50 und der Grobsteuerungsmechanismus 60 auf der Grundlage der Information aus dem Detektor 18 betätigt werden.

[0067] (3) Da die Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 entlang der axialen Richtung des Taststiftes 12 liegen, kann der Taststift 12 bewegt werden, wobei die axiale Richtung des Taststiftes 12 entlang der Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes W liegt. Anders ausgedrückt, da der Taststift 12 zuverlässig gegen die Oberfläche des Werkstückes W entlang dessen axialer Richtung gedrückt werden kann, kann die Änderung der Schwingung des Taststiftes 12, der in resonanter Weise entlang dessen axialer Richtung schwingt, genauer mittels des Detektors 18 erfasst werden.

[0068] (4) Da der Feinsteuerungsmechanismus 50 durch Schichtbildung dünner Platten aus PZT (Bleizirkonatititanat), das einen elektrostriktiven Effekt zeigt, gebildet ist, kann der elektrisch steuerbare Feinsteuerungsmechanismus 50 in einfacher Weise aufgebaut werden.

[0069] (5) Da der bewegliche Bereich 63 des Grobsteuerungsmechanismus 60 an dem parallelen Paar Armen 63A relativ zu dem fixierten Bereich 61 vertikal hebe- und senkrecht gehalten ist, kann der bewegliche Bereich 62 ohne Orientierungsänderung vertikal bewegt werden. Folglich können der Feinsteuerungsmechanismus 50 und der Taststift 12 ohne Orientierungsänderung des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Taststiftes 12, der an dem beweglichen Bereich 62 vorgesehen ist, bewegt werden.

[0070] Da ferner der Arm 63A an dem fixierten Bereich 61 und dem beweglichen Bereich 62 mittels des elastischen Scharniers 63B ohne Notwendigkeit für ein Schmieröl vorgesehen ist, kann der Grobsteuerungsmechanismus schmutzfrei gehalten werden und in effizienter Weise zum Messen des Oberflächenprofils eines Halbleiterwafers und dergleichen verwendet werden.

[0071] Da ferner die Drehbewegung des Arms 63A mittels des elastischen Scharniers 63B eine kleinere Reibung aufweist als eine Drehbewegung des Arms unter Verwendung eines Rollagers und dergleichen, kann der bewegliche Bereich 62 in genauer Weise parallel ohne Spiel bewegt werden.

[0072] (6) Da das Mikrostrukturmessgerät 1 den ersten Auslenkungssensor 31 zum Erfassen der durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 bewirkten Bewegung des Taststiftes 12 und den zweiten Auslenkungssensor 32 zum Erfassen der durch den Grobsteuerungsmechanismus 60 bewirkten Bewegung des Taststiftes 12 umfasst, können die durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Grobsteuerungsmechanismus 60 hervorgerufenen Auslenkungen des Taststiftes 12 unabhängig detektiert werden, wodurch eine unabhängige Steuerung des Feinsteuerungsmechanismus 50 und des Grobsteuerungsmechanismus 60 erleichtert wird.

Zweite Ausführungsform

[0073] Fig. 4 zeigt ein Mikrostrukturmessgerät 2 gemäß der zweiten erfindungsgemäßen Ausführungsform. Da die

vorliegende Ausführungsform sich von der oben beschriebenen ersten Ausführungsform lediglich im Aufbau des Grobsteuerungsmechanismus und des Auslenkungssensors unterscheiden und der restliche Aufbau und Funktionen gleich sind, werden die gleichen Referenzzeichen für die gleichen oder ähnlichen Komponenten verwendet, um deren Beschreibung wegzulassen oder zu vereinfachen.

[0074] Ein Grobsteuerungsmechanismus 70 bewegt den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Taststift 12 in vertikaler Richtung, durch vertikales Bewegen einer beweglichen Spule 73 innerhalb eines Spalts eines magnetischen Kreises, der aus einem an einer Basiseinheit (nicht gezeigt) befestigten Joch 71 und einem Permanentmagnet 72 aufgebaut ist, und durch Vorsehen des Feinsteuerungsmechanismus 50 an der unteren Endseite der beweglichen Spule 73. Eine Platte 74 ist an dem unteren Ende der beweglichen Spule 73 befestigt. Der fixierte Bereich 51 des Feinsteuerungsmechanismus 50 ist an einem Halteelement 75, das aus der Platte 74 nach unten hervorragt, befestigt, wodurch der Feinsteuerungsmechanismus 50 an der beweglichen Spule 73 befestigt ist. Der Feinsteuerungsmechanismus 50 und der Taststift 12 können vertikal bewegt werden, indem der durch die bewegliche Spule 73 fließende elektrische Strom gesteuert wird. Ferner wird die bewegliche Spule 73 gehalten, indem beispielsweise ein Ende der in der Bewegungsrichtung der beweglichen Spule 73 elastisch verformbaren Federplatte an dem Halteelement 75 und das andere Ende der Federplatte an dem Basiselement befestigt werden.

[0075] Ein Auslenkungssensor 80 umfasst eine bewegliche Elektrode 82, die an einer unteren Seite des antreibenden beweglichen Bereiches 52 des Feinsteuerungsmechanismus 50 durch ein Zwischenglied 81 befestigt ist, und eine fixierte Elektrode 83, die vertikal beabstandet und gegenüberliegend zu der beweglichen Elektrode 82 angeordnet ist. Die fixierte Elektrode 83 ist ringförmig ausgebildet und wird an dem Joch 71 des Grobsteuerungsmechanismus 70 mittels eines L-förmigen Halteelementes 84 gehalten, wobei das Zwischenglied 81 in vertikal bewegbarer Weise eingefügt ist.

[0076] Der Auslenkungssensor 80 erfasst die elektrostatische Kapazität zwischen der fixierten Elektrode 83 und dem beweglichen Elektrode 82, um die durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Grobsteuerungsmechanismus 80 bewirkte Bewegung des Taststiftes 12 zu erfassen, die sich von dem ersten Auslenkungssensor der ersten Ausführungsform unterscheiden. Da insbesondere die fixierte Elektrode 31B des ersten Auslenkungssensors 31 an dem beweglichen Bereich 62 des Grobsteuerungsmechanismus 60 befestigt ist, wird die Bewegung des Abtaststiftes relativ zum beweglichen Bereich 62 des Grobsteuerungsmechanismus 60 detektiert. Da andererseits die fixierte Elektrode 83 des Auslenkungssensors 80 an dem an der Basiseinheit des Grobsteuerungsmechanismus 70 befestigten Joch 71 vorgesehen ist, wird die Bewegung des Taststiftes 12 relativ zu dem Joch 71 (fixierter Bereich) des Grobsteuerungsmechanismus detektiert.

[0077] Gemäß der zuvor beschriebenen vorliegenden Ausführungsform können der folgende Effekt sowie die Effekte (1) bis (4) der zuvor genannten ersten Ausführungsform erhalten werden.

[0078] (7) Da der Auslenkungssensor 80 zum Erfassen der durch den Feinsteuerungsmechanismus 50 und den Grobsteuerungsmechanismus 70 bewirkten Bewegung des Taststiftes 12 aus einer einzelnen Komponente aufgebaut ist, können die Kosten für den Auslenkungssensor 80 reduziert werden.

Modifikationen

[0079] Der Schutzbereich der vorliegenden Erfindung ist nicht auf die jeweiligen obigen Ausführungsformen beschränkt, sondern Modifikationen und Verbesserungen sind in der vorliegenden Erfindung miteingeschlossen, solange eine erfindungsgemäße Aufgabe gelöst werden kann.

[0080] Obwohl der axial schwingende Taststift 12 in den jeweiligen Ausführungsformen verwendet wird, ist beispielsweise der Taststift der vorliegenden Erfindung nicht auf eine derartige Ausbildung eingeschränkt, sondern ein Taststift 90, wie er in Fig. 5 gezeigt ist, kann verwendet werden.

[0081] Der Taststift 90 ist an dem antreibenden beweglichen Bereich des Feinsteuerungsmechanismus mittels eines elastischen Hebels 91 vorgesehen, dessen Längsrichtung ungefähr senkrecht zur Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmechanismus und des Grobsteuerungsmechanismus liegt, wobei der elastische Hebel 91 in einer Richtung entlang der Bewegungsrichtung verformbar ist. Wenn der obige Taststift mit der Oberfläche des Werkstückes W in Kontakt gebracht wird, verursacht die zwischen dem Werkstück W und dem Taststift 90 wirkende Messauflagekraft eine elastische Verformung des elastischen Hebels 91. Folglich kann die Änderung der Messauflagekraft erkannt werden, indem die elastische Verformung des elastischen Hebels 91 detektiert wird. Der Detektor zum Erfassen der elastischen Verformung des elastischen Hebels 91 kann beispielsweise aus einem Verzerrungssensor gebildet sein, oder alternativ aus einem Sensor 94 zum Detektieren der Verformung des elastischen Hebels 91 auf der Grundlage von reflektiertem Licht, das von einer Laserlichtquelle 92 oder dergleichen auf die obere Seite des elastischen Hebels 91 ausgesendet wird.

[0082] Obwohl der Taststift 12 im Größenordnungsbereich von Nanometer bis Mikrometer mittels des Feinsteuerungsmechanismus 50 feinfühlig ausgelenkt wird und der Taststift 12 durch den Grobsteuerungsmechanismus 60 und 70 gröber ausgelenkt wird, kann der Bewegungsbereich des Taststiftes durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Grobsteuerungsmechanismus in Übereinstimmung mit dem vorgesehenen Werkstück geeignet gestaltet werden.

[0083] Obwohl die Feinsteuerungsmechanismus 50 in den zuvor genannten jeweiligen Ausführungsformen aus einem piezoelektrischen Element aufgebaut ist, kann der Feinsteuerungsmechanismus 50 aus einem elektromagnetischen Stillelement einer beweglichen Spule, die in dem Grobsteuerungsmechanismus verwendet wird, aufgebaut sein, oder alternativ aus einem Hochgeschwindigkeits-Feinauslenkungskörperelement, etwa einem Magnetostriktor oder einer Formgedächtnislegierung, gebildet sein.

[0084] Obwohl der Grobsteuerungsmechanismus 60 aus einem parallelen Verbindungsmechanismus gebildet ist und der Grobsteuerungsmechanismus 70 durch Anwendung der beweglichen Spule 73 aufgebaut ist, ist der Grobsteuerungsmechanismus der vorliegenden Erfindung nicht auf eine derartige Ausbildung eingeschränkt, sondern kann ein Auflager oder eine elastische Federplatte umfassen. Da in dieser Ausführungsform in dem Grobsteuerungsmechanismus ein Auflager oder eine elastische Federplatte ohne Erfordernis für ein Schmieröl verwendet wird, kann der Grobsteuerungsmechanismus sauber gehalten werden, wodurch dieser zur Messung von Oberflächenprofilen von Halbleiterwafern und dergleichen geeignet ist.

[0085] Obwohl in den obigen jeweiligen Ausführungsformen der Taststift 12 relativ zu dem Werkstück W bewegt wird, kann das Werkstück relativ zu dem Taststift bewegt werden. Anders ausgedrückt, die Messauflagekraft kann

durch relatives Bewegen des Taststiftes und des Werkstückes generiert werden.

Patentansprüche

1. Mikrostrukturmessgerät mit:
einem mit einem Werkstück in Kontakt bringbaren
Taststift;
einem Zustandsquantitätssensor zum Erfassen einer
Quantität eines Zustands, die sich ändert, wenn der
Taststift mit dem Werkstück in Kontakt ist;
einem Antriebsmechanismus zum relativen Bewegen
des Taststiftes und des Werkstückes in einer Höhen-
richtung einer Oberfläche des Werkstückes;
einem Auslenkungssensor zum Erfassen einer durch
den Antriebsmechanismus bewirkten relativen Bewe-
gung des Taststiftes und des Werkstückes; und
einer Messauflagekraftkontrollschaltung zum Justieren
einer auf den Taststift wirkenden Messauflagekraft,
wobei der Antriebsmechanismus umfasst: einen fixier-
ten Bereich; einen Feinsteuerungsmechanismus, der re-
lativ zu dem fixierten Bereich auslenkbar ist und einen
antreibenden beweglichen Bereich zum feinen Auslen-
ken des Taststiftes und/oder des Werkstückes aufweist;
und einen Grobsteuerungsmechanismus mit einem an
dem fixierten Bereich des Feinsteuerungsmechanismus
angebrachten beweglichen Bereich zum größeren Aus-
lenken des Taststiftes und/oder des Werkstückes, wobei
der Feinsteuerungsmechanismus einen ausgleichenden
beweglichen Bereich aufweist, der ungefähr identisch
zu dem antreibenden beweglichen Bereich der Fein-
steuerungsmechanismus aufgebaut ist, um in einer
Richtung entgegengesetzt zu einer Bewegungsrichtung
des antreibenden beweglichen Bereiches bewegbar zu
sein,
wobei die Messauflagekraftkontrollschaltung den Fein-
steuerungsmechanismus und/oder den Grobsteue-
rungsmechanismus auf der Grundlage eines Ausgangs-
signals aus dem Zustandsquantitätssensor betätigt, um
die auf den Taststift ausgeübte Messauflagekraft zu ju-
stieren.
2. Das Mikrostrukturmessgerät nach Anspruch 1, wo-
bei der Taststift in seiner axialen Richtung in resonan-
ter Weise schwingt und wobei der Zustandsquantitäts-
sensor die Schwingung des Taststiftes detektiert.
3. Das Mikrostrukturmessgerät nach Anspruch 2, wo-
bei die Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmecha-
nismus und des Grobsteuerungsmechanismus entlang
einer axialen Richtung des Taststiftes verläuft.
4. Das Mikrostrukturmessgerät nach Anspruch 1, wo-
bei der Taststift in Längsrichtung ungefähr senkrecht
zur Bewegungsrichtung des Feinsteuerungsmecha-
nismus und des Grobsteuerungsmechanismus liegt und an
dem Feinsteuerungsmechanismus mittels eines elasti-
schen Hebels, der in einer Richtung entlang der Bewe-
gungsrichtung elastisch verformbar ist, vorgesehen ist,
und wobei der Zustandsquantitätssensor eine elastische
Verformung des elastischen Hebels detektiert.
5. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der An-
sprüche 1 bis 4, wobei der Feinsteuerungsmecha-
nismus ein Hochgeschwindigkeits-Feinauslenkungs-
körperlement, etwa ein piezoelektrisches Element
oder einen Magnetostriktor umfasst.
6. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der An-
sprüche 1 bis 5, wobei der Grobsteuerungsmecha-
nismus umfasst: einen fixierten Bereich; einen bewegli-
chen Bereich, der in einer Höhenrichtung der Oberflä-
che des Werkstückes relativ zu dem fixierten Bereich

bewegbar ist; und ein paralleles Paar Arme, die in einer
Höhenrichtung der Oberfläche des Werkstückes beab-
standet sind, wobei das Paar Arme ein Ende aufweist,
das an dem fixierten Bereich drehbar befestigt ist und
wobei das andere Ende drehbar an dem beweglichen
Bereich befestigt ist.

7. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der An-
sprüche 1 bis 5, wobei der Grobsteuerungsmecha-
nismus ein Lufilager oder eine elastische Federplatte um-
fasst.

8. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der An-
sprüche 1 bis 7, wobei der Auslenkungssensor einen er-
sten Auslenkungssensor zur Detektion einer durch den
Feinsteuerungsmechanismus bewirkten relativen Be-
wegung zwischen dem Taststift und dem Werkstück
und einen zweiten Auslenkungssensor zur Detektion
einer durch den Grobsteuerungsmechanismus bewirk-
ten relativen Bewegung zwischen dem Taststift und
dem Werkstück umfasst.

9. Das Mikrostrukturmessgerät nach einem der An-
sprüche 1 bis 7, wobei der Auslenkungssensor eine
durch den Feinsteuerungsmechanismus und den Grob-
steuerungsmechanismus bewirkte relative Bewegung
zwischen dem Taststift und dem Werkstück detektiert.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig. 1

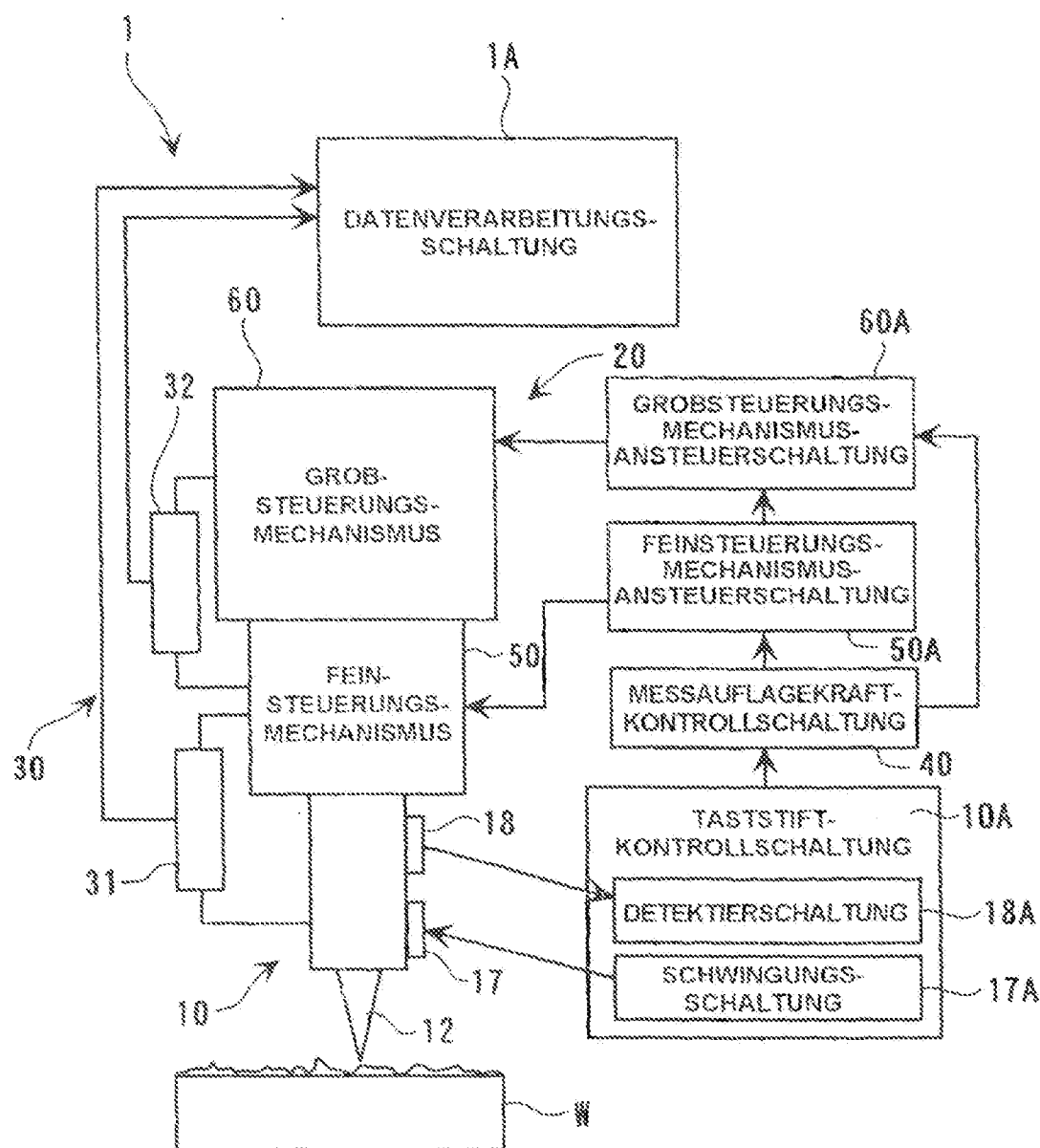


Fig. 2

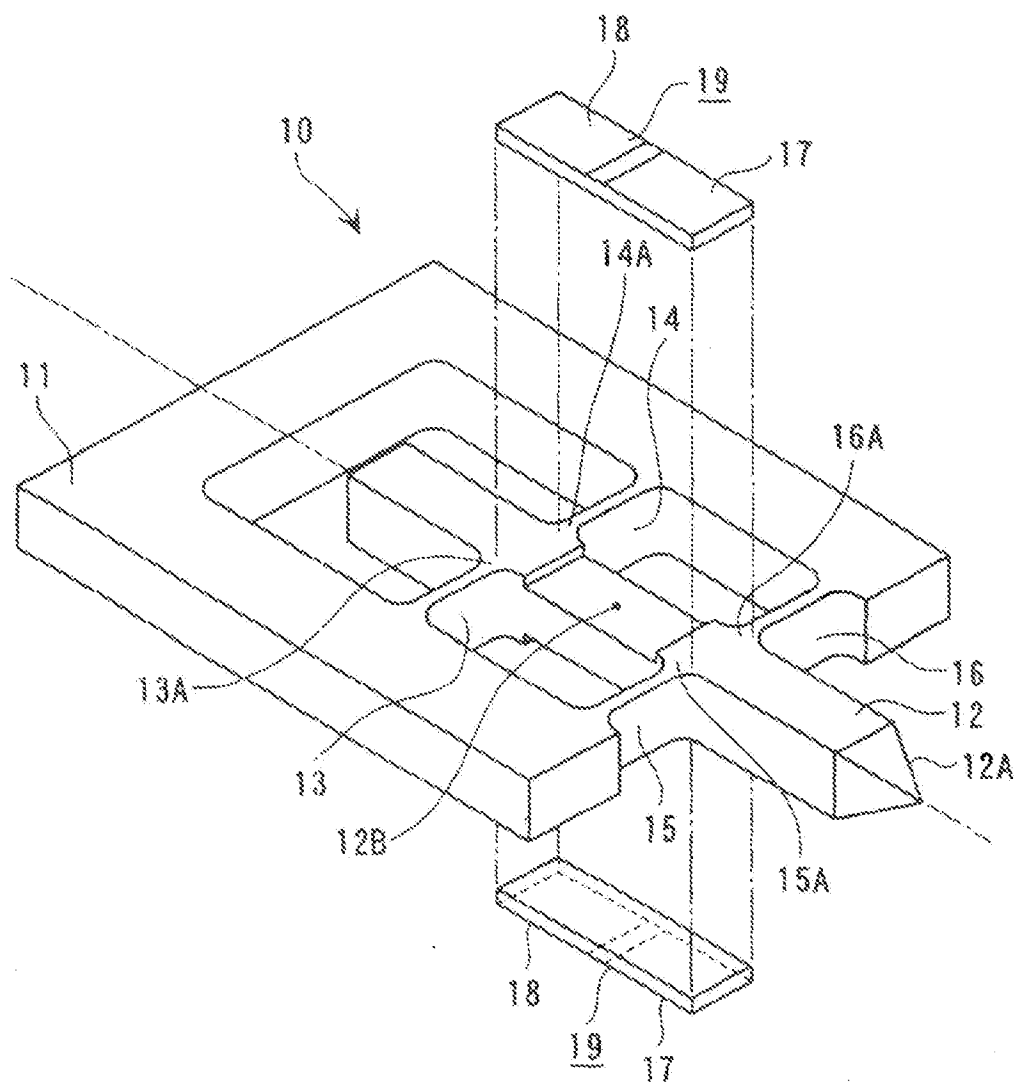


Fig. 3

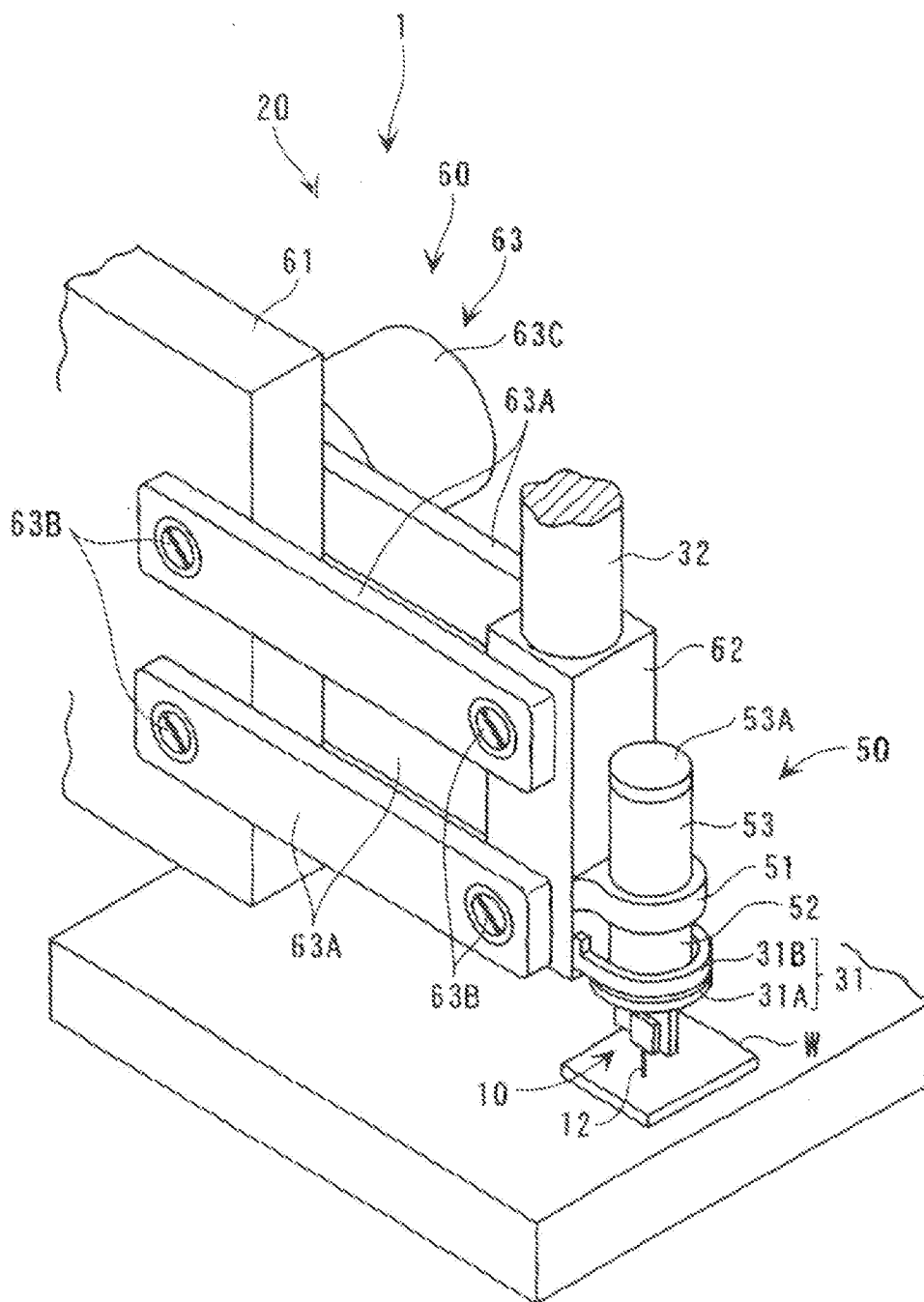


Fig. 4

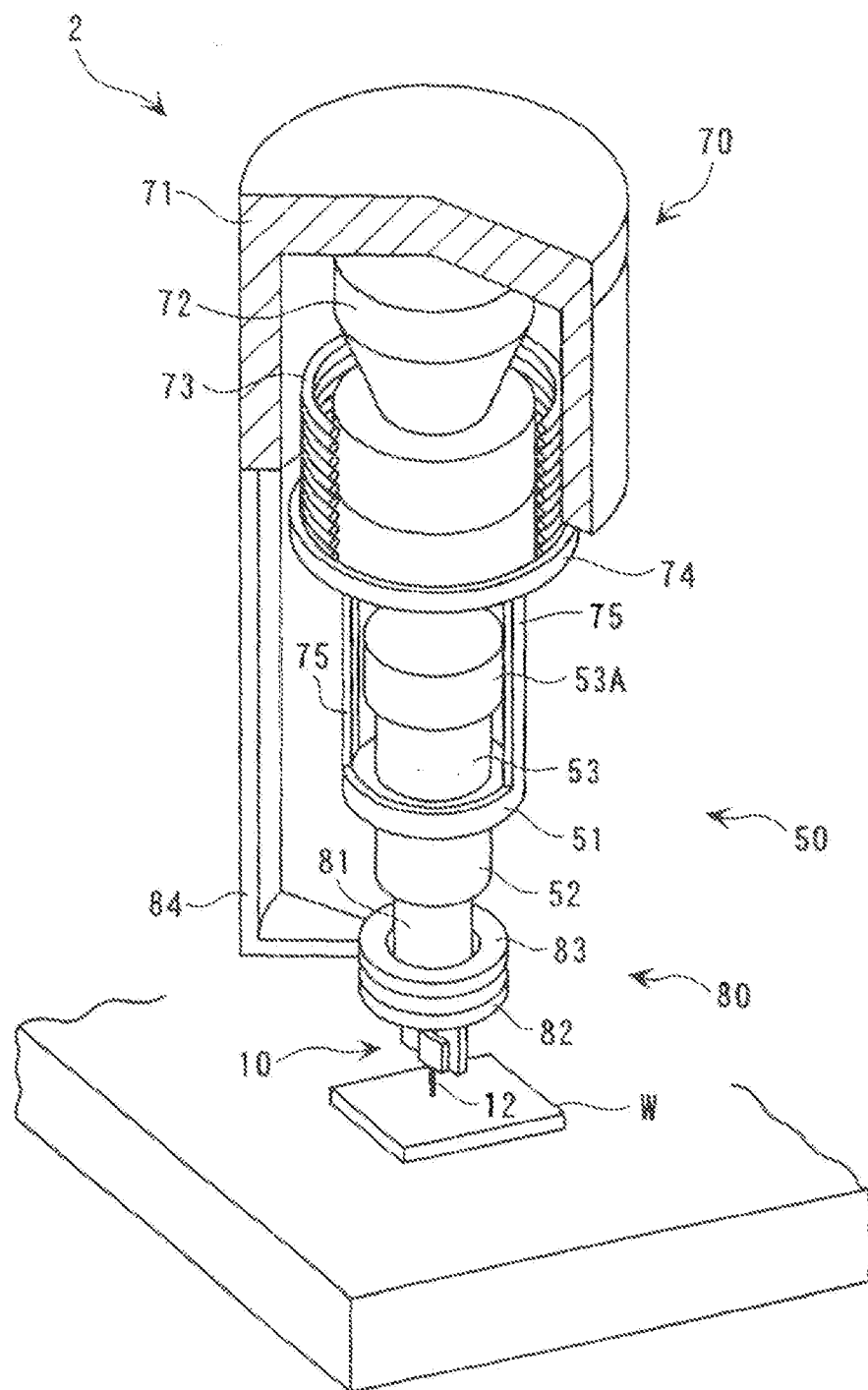


Fig. 5

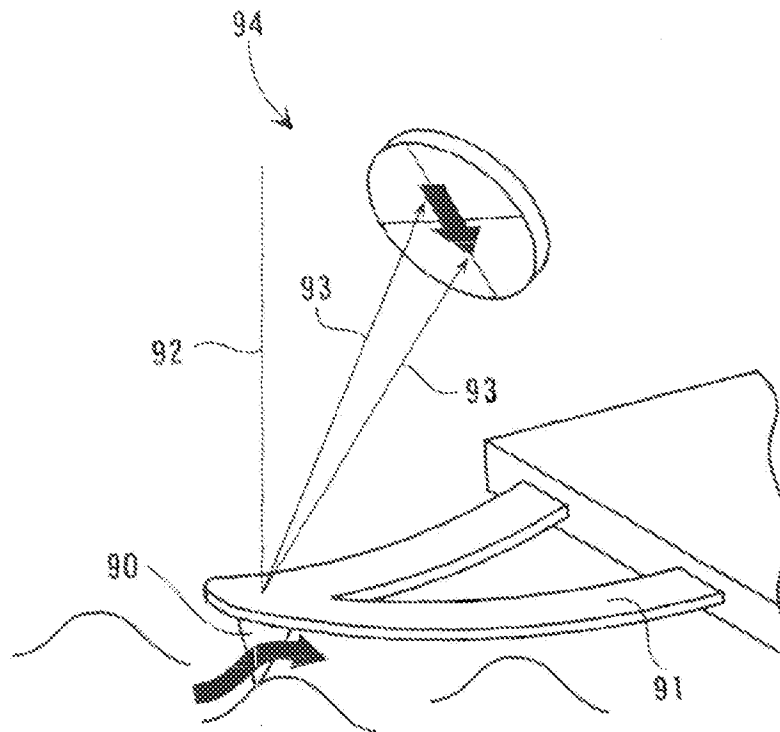


Fig. 6
STAND DER TECHNIK

